

## Beschreibung:

Verfahren zum Melden einer Betriebsstörung in einem Kommunikationsnetz.

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Melden einer Betriebsstörung eines gestörten Netzknotens in einem mehrere Netzknoten umfassenden Kommunikationsnetz, sowie einen Netzknoten zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

10

Trotz Einsatz von qualitativ hochwertigen Komponenten kann in einem Kommunikationsnetz nicht ausgeschlossen werden, dass es zu Störungen einzelner Komponenten oder im schlimmsten Fall zu einem Totalausfall des Kommunikationsnetzes kommen kann.

15

In vielen Fällen wird zum Melden einer Betriebsstörung das Simple Network Management Protocol, kurz SNMP, verwendet. Hierzu existieren nach dem Stand der Technik zwei Möglichkeiten.

20

Erstens können Netzwerkelemente, insbesondere Netzknoten, so konfiguriert werden, dass sie bei einer Betriebsstörung automatisch eine entsprechende Störungsmeldung erzeugen und an eine übergeordnete Netzwerk-Management-Station übertragen, wo die Störung registriert wird und weitere Maßnahmen

25

abgeleitet werden. Beispielsweise können Routing-Tabellen an die veränderte Situation angepasst werden, sodass kein Datenverkehr über gestörte Netzwerkelemente geleitet wird. Die Störungsmeldung wird dabei ungesichert über das möglicherweise gestörte Kommunikationsnetz gesendet. Daher kann

30

nicht garantiert werden, dass die Störungsmeldung auch tatsächlich die vorgesehenen Netzwerk-Management-Stationen erreicht.

- 2 -

Die zweite Möglichkeit für eine Fehler- oder Ausfallerkennung ist das periodische Abfragen aller Netzknoten durch eine oder mehrere Netzwerk-Management-Stationen. Dieses Verfahren ist auch unter dem Begriff "Polling" bekannt. Nachteil dieses

5 Verfahrens ist, dass die Netzwerk-Management-Stationen sowie das Kommunikationsnetz selbst durch diese laufenden Abfragen vergleichsweise stark belastet werden. Ein weiterer Nachteil ist, dass ein Ausfall anhand einer ausbleibenden Antwort auf eine Frage erkannt wird. Das Ausbleiben einer Antwort kann

10 nämlich auch darin begründet sein, dass Verbindungswege zu einem Netzknoten und nicht der Netzknoten selbst gestört sind. So lange im Kommunikationsnetz die Routing-Tabellen nicht entsprechend angepasst sind, kann es daher zu falschen Ausfallmeldungen kommen.

15

Der Erfindung liegt also die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, bei dem eine Störungsmeldung sicher alle Netzknoten eines Kommunikationsnetzes erreicht.

20 Dies geschieht erfindungsgemäß mit einem Verfahren der eingangs genannten Art, bei dem jeder betriebsbereite Netzknoten eine Störungsmeldung des gestörten Netzknotens an alle Netzknoten weitermeldet, welche dem betriebsbereiten Netzknoten direkt benachbart sind, außer wenn eine Störungsmeldung empfangen wird, die bereits weitergemeldet wurde.

25

Diese Verfahrensschritte werden rekursiv für jeden Netzknoten angewandt, sodass nach einer bestimmten Anzahl von Rekursionen, welche durch die Größe des Netzwerkes bestimmt ist, alle

30 Netzwerknoten über die Störung informiert werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dabei stark an den Dijkstra-Shortest-Path-Algorithmus angelehnt.

- 3 -

Dieser Algorithmus dient zum Auffinden der kürzesten Verbindung zwischen einem Startknoten und einem Zielknoten, etwa für Routenplaner. Dabei wird das gesamte durch Knoten gebildete Netz durchforscht und so garantiert der kürzeste  
5 Weg gefunden.

Dadurch, dass zum Melden nicht wie im Stand der Technik ein vorgegebener Weg, welcher unter Umständen gestört ist, eingeschlagen wird, sondern alle Netzknoten von einer Störung  
10 informiert werden, erreicht die Störungsmeldung sicher ihr Ziel, auch wenn einzelne Verbindungen oder Netzknoten gestört sind. Lediglich wenn ein Kommunikationsnetz aufgrund einer Störung in mehrere Teilnetze separiert ist, kann eine Störungsmeldung nicht alle Netzelemente erreichen. Innerhalb  
15 eines Teilnetzes bleibt das Gesagte aber weiterhin gültig.

Vorteilhaft ist es, wenn ein gestörter Netzknoten eine Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten sendet.

20 Im Gegensatz zum Stand der Technik wird eine Störungsmeldung, die aufgrund einer vom Netzknoten selbst erkannten Störung erzeugt wird, nicht direkt an eine Netzwerk-Management-Station gesendet, sondern an alle dem gestörten Netzknoten benachbarten Netzknoten, welche diese ihrerseits weiterleiten. Auf diese Weise wird unter anderem die Netzwerk-  
25 Management-Station entlastet.

Besonders vorteilhaft ist es weiterhin,  
30 - wenn ein betriebsbereiter Netzknoten laufend eine zu quittierende Meldung an alle diesem direkt benachbarten Netzknoten versendet,

- 4 -

- wenn dieser betriebsbereite Netzknoten eine Störungsmeldung für einen Netzknoten erzeugt, von dem keine Quittung erhalten wurde und
- wenn dieser betriebsbereite Netzknoten diese Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten versendet.

Hierbei wird die Fehlererkennung und Fehlermeldung in die einem gestörten Netzknoten benachbarten Netzknoten verlagert. Jeder Netzknoten wird dabei laufend von den ihm benachbarten Netzknoten hinsichtlich seiner Betriebsbereitschaft abgefragt. Wird diese Anfrage wegen einer Störung nicht quittiert, so gehen die abfragenden Netzknoten von einer Störung aus. Dieses Verfahren ist auch unter dem Begriff "Polling" bekannt. Im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem das Polling durch eine übergeordnete Netzwerk-Management-Station durchgeführt wird, ist hier jeder Netzknoten für seine Nachbarn zuständig. Die Fehlererkennung und -meldung erfolgen also dezentral.

20 Eine Betriebsstörung kann vorteilhaft derart klassifiziert werden,

- dass die Störungsmeldung den gestörten Netzknoten selbst betrifft, wenn alle ihm benachbarten Netzknoten eine Störung feststellen und
- dass die Störungsmeldung die Verbindung zum gestörten Netzknoten betrifft, wenn nicht alle ihm benachbarten Netzknoten eine Störung feststellen.

30 Wenn die Verbindung eines Netzknoten zu allen seinen benachbarten Netzknoten ausfällt, so kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass der Netzknoten selbst gestört ist, beziehungsweise ist der Unterschied zu der Möglichkeit, dass der Netzknoten zwar korrekt arbeitet jedoch

bloß alle Verbindungen ausgefallen sind, für das Routing irrelevant. In keinem Fall darf versucht werden, Datenverkehr über diesen Netzknoten zu leiten. Wenn jedoch nicht alle benachbarten Netzknoten eine Störung feststellen, so sind 5 lediglich eine oder mehrere Verbindungen zu dem Netzknoten ausgefallen, der Netzknoten selbst ist jedoch betriebsbereit. Aus diesem Grund kann nach wie vor Datenverkehr über diesen Netzknoten geführt werden, zu berücksichtigen sind lediglich die ausgefallenen Verbindungen.

10

Eine günstige Variante der Erfindung ist auch mit einem Verfahren gegeben, bei dem ein Netzknoten, der übergeordnete Funktionen ausführt, aus dem Erhalt einer Störungsmeldung weitere Schritte ableitet.

15

Eine Störungsmeldung erreicht alle Netzknoten eines Kommunikationsnetzes und somit auch Netzknoten, die für übergeordnete Funktionen vorgesehen sind. Letztere können aus dem Erhalt einer Störungsmeldung weitere Maßnahmen ableiten. So können 20 etwa globale Routing-Tabellen an die veränderte Situation angepasst werden, sodass nicht versucht wird, Datenverkehr über gestörte Netzwerkkomponenten zu leiten.

25

Die Aufgabe der Erfindung wird auch mit einem Netzknoten gelöst, umfassend

- Mittel zum Empfang einer Störungsmeldung eines gestörten Netzknotens,
- Mittel zum Weitersenden dieser Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten,
- 30 - Mittel zur Prüfung ob diese Störungsmeldung bereits weitergemeldet wurde und
- eine Sendesteuerung, welche mit den Mittel zur Prüfung derart verknüpft ist, dass das Weitersenden einer Stö-

rungsmeldung nur bei negativem Ausgang der Prüfung bewirkt wird.

Sofern jeder Netzknoten eines Kommunikationsnetzes oder  
5 zumindest hinreichend viele derart ausgestaltet sind, erreicht eine Störungsmeldung jeden Punkt des Netzes. In jeden Netzknoten ist dabei nur soviel Funktionalität integriert, als für das Weitermelden einer Störungsmeldung unbedingt nötig ist. Da nur Informationen über direkt  
10 benachbarte Netzknoten vorliegen müssen, kann auf aufwändige Routing-Tabellen verzichtet werden. Ein erfindungsgemäßer Netzknoten kann daher technisch vergleichsweise einfach aufgebaut sein.

15 Vorteilhaft ist es dabei, wenn der Netzknoten  
- Mittel zur Erkennung einer Störung umfasst und  
- Mittel zum Senden einer Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten umfasst.

20 Wie bereits erwähnt wird eine Störungsmeldung im Gegensatz zum Stand der Technik nicht direkt an eine Netzwerk-Management-Station gesendet, sondern an alle dem gestörten Netzknoten benachbarten Netzknoten weitergeleitet. Durch das  
25 Zusammenwirken der Netzknoten erreicht eine Störungsmeldung sicher jeden Punkt des Kommunikationsnetzes.

Besonders vorteilhaft ist es weiterhin,

- wenn der Netzknoten Mittel zum laufenden Versenden einer zu quittierende Meldung an alle diesem direkt benachbarten  
30 Netzknoten umfasst,  
- wenn der Netzknoten Mittel zur Erzeugung einer Störungsmeldung für einen Netzknoten umfasst, von dem keine Quittung erhalten wurde und

- 7 -

- wenn der Netzknoten Mittel zum Versenden dieser Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten umfasst.

- 5 Diese Art von Netzknoten ist zur Überwachung aller seiner Nachbarn geeignet. Nicht eine besonders ausgestaltete Netzwerk-Management-Station führt daher das Polling durch, sondern dezentral jeder Netzknoten.
- 10 Eine besonders vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Netzknotens ist auch gegeben,
  - wenn dieser Mittel zur Prüfung umfasst, ob alle einem gestörten Netzknoten benachbarten Netzknoten eine Störung feststellen und
  - wenn dieser Mittel zur Charakterisierung einer Störungsmeldung umfasst derart, dass die Störungsmeldung den gestörten Netzknoten selbst betrifft, wenn das Ergebnis der Prüfung positiv ist, und andernfalls die Störungsmeldung die Verbindung zum gestörten Netzknoten betrifft.
- 20

Wie bereits erwähnt kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass ein Netzknoten selbst gestört ist, wenn die Verbindung dieses Netzknoten zu allen seinen benachbarten Netzknoten ausfällt. Stellen jedoch nicht alle benachbarten Netzknoten eine Störung fest, so sind lediglich eine oder mehrere Verbindungen zu dem Netzknoten ausgefallen, der Netzknoten selbst ist jedoch betriebsbereit.

Günstig ist es schließlich,

- 30
  - wenn der Netzknoten Mittel zur Ausführung übergeordneter Funktionen umfasst und
  - wenn der Netzknoten Mittel zum Ableiten weiterer Schritte aus dem Erhalt einer Störungsmeldung umfasst.

In einen Netzknoten können auch übergeordnete Funktionen integriert sein. So können etwa globale Routing-Tabellen entsprechend verändert werden, wenn eine Störungsmeldung 5 empfangen wird. Derartig ausgebildete Netzknoten sind beispielsweise die bereits erwähnten Netzwerk-Management-Stationen.

An dieser Stelle wird weiterhin angemerkt, dass die beim 10 erfindungsgemäßen Verfahren genannten Vorteile auch für den erfindungsgemäßen Netzknoten gültig sind

Die Erfindung wird anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, welches das Erkennen 15 einer Störung sowie die Verbreitung einer entsprechenden Störungsmeldung in einem Kommunikationsnetz betrifft.

Es zeigen:

20 Figur 1: zeigt ein Kommunikationsnetz mit einem ersten bis neunten Netzknoten K1..K9;  
Figur 2: zeigt das Kommunikationsnetz mit einem gestörten ersten Netzknoten K1 zu einem ersten Zeitpunkt t1;  
Figur 3: wie Figur 2 nur zu einem zweiten Zeitpunkt t2;  
25 Figur 4: wie Figur 2 nur zu einem dritten Zeitpunkt t3;  
Figur 5: zeigt ein Kommunikationsnetz mit "Polling", wobei eine Verbindung zwischen zwei Netzknoten gestört ist;  
Figur 6: wie Figur 5 nur mit einem gestörten ersten Netzkno-  
30 ten K1;

Figur 1 zeigt Kommunikationsnetz, umfassend einen ersten bis neunten Netzknoten K1..K9, wobei der erste Netzknoten K1 mit

- 9 -

dem zweiten bis fünften Netzknoten K2..K5, der zweite  
Netzknoten zusätzlich mit dem sechsten und siebente Netzkno-  
ten K6 und K7, der dritte Netzknoten zusätzlich mit dem  
achten und neunten Netzknoten K8 und K9 und schließlich der  
5 sechste Netzknoten mit dem fünften und siebenten Netzknoten  
K5 und K7 verbunden ist.

Die Funktion der in Figur 1 dargestellten Anordnung ist nun  
wie folgt:

10

Figur 2 zeigt das Kommunikationsnetz zu einem ersten Zeit-  
punkt t1. Unter der Annahme, dass im ersten Netzknoten K1  
eine Störung festgestellt wird, wird eine entsprechende  
Störungsmeldung an die direkt benachbarten Netzknoten, also  
15 an den zweiten bis fünften Netzknoten K2..K5 gesendet. Die  
Störung ist dabei mit einem Blitzsymbol, der Sendevorgang der  
Störungsmeldung mit Pfeilsymbolen visualisiert. Der sechste  
bis neunte Netzknoten K6 bis K9 haben die Störungsmeldung  
noch nicht erhalten und sind daher strichliert dargestellt.

20

In Figur 3 ist das Kommunikationsnetz zu einem zweiten  
Zeitpunkt t2 dargestellt. Entsprechend dem erfindungsgemäßen  
Verfahren wird die Störungsmeldung von jedem Netzknoten an  
die ihm direkt benachbarten Netzknoten weitergeleitet. Das  
25 bedeutet nun, dass die Störungsmeldung vom zweiten Netzknoten  
K2 an den ersten, sechsten und siebenten Netzknoten K1, K6  
und K7, vom dritten Netzknoten K3 an den ersten, acht und  
neunten Netzknoten K1, K8 und K9, vom vierten Netzknoten K4  
an den ersten Netzknoten K1 und schließlich vom fünften  
30 Netzknoten K5 an den ersten und sechsten Netzknoten K1 und K6  
gesendet wird. Inzwischen haben alle Netzknoten K2..K9 die  
Störungsmeldung erhalten und sind daher mit durchgezogenen  
Linien dargestellt. Der erste Netzknoten K1 erhält bei diesem

- 10 -

Vorgang ebenfalls Störungsmeldungen von den benachbarten Netzknoten K2..K5, welche er als Quittungen seine eigenen Störungsmeldung betrachtet.

5 Figur 4 zeigt das Kommunikationsnetz zu einem dritten Zeitpunkt t3. Hier wird die Störungsmeldung entsprechend der Verfahrensvorschrift vom sechsten Netzknoten K6 an den zweiten, fünften und siebenten Netzknoten K2, K5 und K7, vom siebenten Netzknoten K7 an den zweiten und sechsten Netzknoten K2 und K6, vom achtten Netzknoten K8 an den dritten Netzknoten K3 und schließlich vom neunten Netzknoten K9 ebenfalls an den dritten Netzknoten K3 gesendet. Der zweite, dritte und fünfte Netzknoten K2, K3 und K5 betrachten die Rückmeldungen wiederum als Quittungen der eigenen Störungsmeldung. Der Vorgang zum Melden der Betriebstörung ist an diesem Punkt abgeschlossen, da jeder Netzknoten die Störungsmeldung an alle ihm benachbarten Netzknoten weitergemeldet hat, es sei denn, dass er die Störungsmeldung bereits zu einem früheren Zeitpunkt erhalten hat. Deshalb wird zum Beispiel vom siebenten Netzknoten K7 die vom sechsten Netzknoten K6 erhaltene Störungsmeldung nicht mehr weitergeleitet, da diese ja bereits zum Zeitpunkt t2 vom zweiten Netzknoten K2 erhalten wurde.

25 Figur 5 zeigt ein Kommunikationsnetz, bei dem jeder Netzknoten K1..K9 laufend Meldungen zu allen benachbarten Netzknoten schickt, welche diese bestätigen, sofern sie betriebsbereit sind. Bei einer Störung fällt diese Rückmeldung natürlich aus. Das Verfahren, das auch unter dem Begriff "Polling" bekannt ist, ist etwa dann von Vorteil, wenn ein Netzknoten beispielsweise durch Totalausfall nicht mehr in der Lage ist, wie in Figur 2 gezeigt, eine Störungsmeldung abzusetzen. Dieses "Pollen" ist durch entsprechende Pfeile visualisiert.

Es wird nun angenommen, dass die Verbindung zwischen erstem und zweitem Netzknoten K1 und K2 gestört ist. Dies ist wiederum mit einem Blitzsymbol verdeutlicht. Der zweite  
5 Netzknoten K2 erhält daher keine Rückmeldung vom ersten Netzknoten K1. Durch Kommunikation mit anderen, dem ersten Netzknoten K1 benachbarten Netzknoten K3..K5 kann in Folge festgestellt werden, dass diese eine einwandfreie Verbindung zum ersten Netzknoten K1 haben. Daraus kann nun abgeleitet  
10 werden, dass nicht der erste Netzknoten K1 selbst, sondern nur die Verbindung zwischen erstem und zweitem Netzknoten K1 und K2 gestört ist. Die erwähnten Verfahrensschritte sind hinsichtlich der gestörten Verbindung auch in analoger Weise vom ersten Netzknoten durchführbar.

15

Figur 6 zeigt ebenfalls ein Kommunikationsnetz, bei dem die Betriebsbereitschaft der Netzknoten K1..K9 mit Hilfe des "Pollings" überwacht wird. Im Gegensatz zu Figur 5 erhält jedoch kein dem gestörten, ersten Netzknoten K1 benachbarter  
20 Netzknoten K2..K5 eine Rückmeldung von diesem. Daraus kann nun abgeleitet werden, dass es sich hierbei um einen Totalausfall des ersten Netzknotens K1 handelt.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zum Melden einer Betriebsstörung eines gestörten Netzknotens (K1) in einem mehrere Netzknoten (K1..K9) umfassenden Kommunikationsnetz, dadurch gekennzeichnet, dass jeder betriebsbereite Netzknoten (K2..K9) eine Störungsmeldung des gestörten Netzknotens (K1) an alle Netzknoten (Kx) weitermeldet, welche dem betriebsbereiten Netzknoten (K2..K9) direkt benachbart sind, außer wenn eine Störungsmeldung empfangen wird, die bereits weitergemeldet wurde.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein gestörter Netzknoten (K1) eine Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten (K2, K3, K4, K5) sendet.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
  - dass ein betriebsbereiter Netzknoten (K2) laufend eine zu quittierende Meldung an alle diesem direkt benachbarten Netzknoten (K1, K6, K7) versendet,
  - dass dieser betriebsbereite Netzknoten (K2) eine Störungsmeldung für einen Netzknoten (K1) erzeugt, von dem keine Quittung erhalten wurde und
  - dass dieser betriebsbereite Netzknoten (K2) diese Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten (K1, K6, K7) versendet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Störungsmeldung den gestörten Netzknoten (K1) selbst betrifft, wenn alle ihm benachbarten Netzknoten (K2, K3, K4, K5) eine Störung feststellen und
- dass die Störungsmeldung die Verbindung zum gestörten Netzknoten (K1) betrifft, wenn nicht alle ihm benachbarten Netzknoten (K2, K3, K4, K5) eine Störung feststellen.

5 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Netzknoten (K), der übergeordnete Funktionen ausführt, aus dem Erhalt einer Störungsmeldung weitere Schritte ableitet.

15 6. Netzknoten (K2), umfassend

- Mittel zum Empfang einer Störungsmeldung eines gestörten Netzknotens (K1),
- Mittel zum Weitersenden dieser Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten (K1, K6, K7),

20 dadurch gekennzeichnet,

- dass dieser Mittel zur Prüfung umfasst, ob diese Störungsmeldung bereits weitergemeldet wurde und
- dass dieser eine Sendesteuerung umfasst, welche mit den Mittel zur Prüfung derart verknüpft ist, dass das Weitersenden einer Störungsmeldung nur bei negativem Ausgang der Prüfung bewirkt wird.

25 7. Netzknoten (K1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

30

- dass dieser Mittel zur Erkennung einer Störung umfasst und
- dass dieser Mittel zum Senden einer Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten (K2, K3, K4, K5) umfasst.

8. Netzknoten (K2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

- dass dieser Mittel zum laufenden Versenden einer zu 5 quittierende Meldung an alle diesem direkt benachbarten Netzknoten (K1, K6, K7) umfasst,
- dass dieser Mittel zur Erzeugung einer Störungsmeldung für einen Netzknoten (K1) umfasst, von dem keine Quittung erhalten wurde und
- 10 - dass dieser Mittel zum Versenden dieser Störungsmeldung an alle ihm direkt benachbarten Netzknoten (K1, K6, K7) umfasst.

9. Netzknoten (K2) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

- dass dieser Mittel zur Prüfung umfasst, ob alle einem gestörten Netzknoten (K1) benachbarten Netzknoten (K2, K3, K4, K5) eine Störung feststellen und
- dass dieser Mittel zur Charakterisierung einer Störungs- 20 meldung umfasst derart, dass die Störungsmeldung den gestörten Netzknoten (K1) selbst betrifft, wenn das Ergebnis der Prüfung positiv ist, und andernfalls die Störungsmel- dung die Verbindung zum gestörten Netzknoten (K1) be- trifft.

25

10. Netzknoten (K2) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet,

- dass dieser Mittel zur Ausführung übergeordneter Funktio- 30 nen umfasst und
- dass dieser Mittel zum Ableiten weiterer Schritte aus dem Erhalt einer Störungsmeldung umfasst.

1 / 3

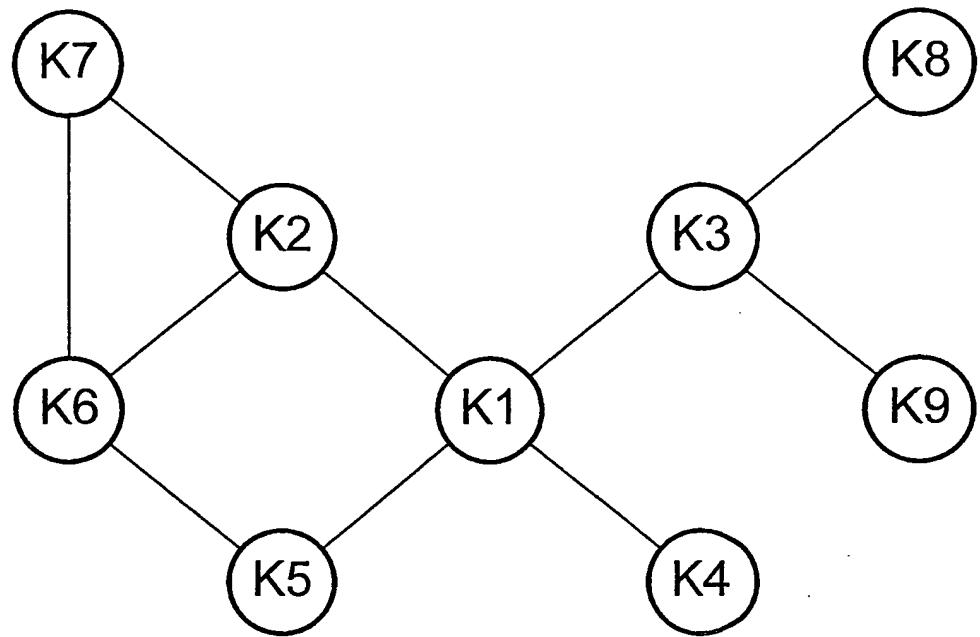


Fig. 1

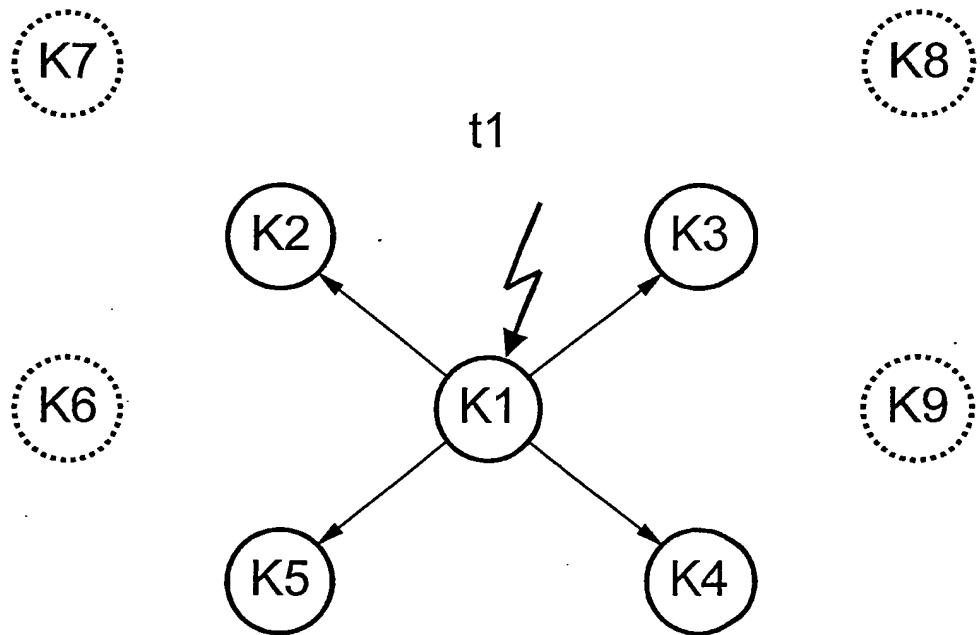


Fig. 2

2 / 3

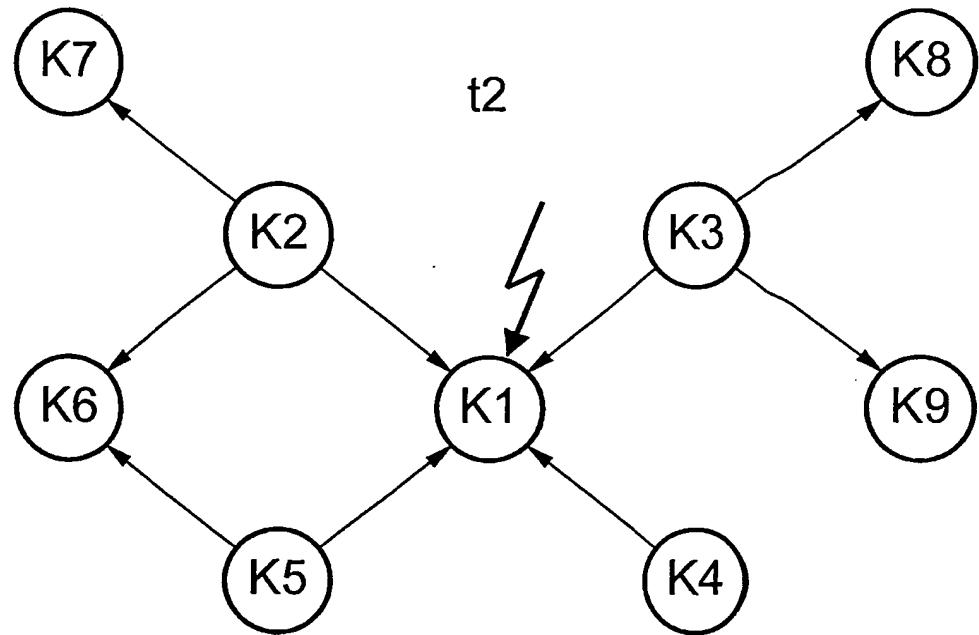


Fig. 3

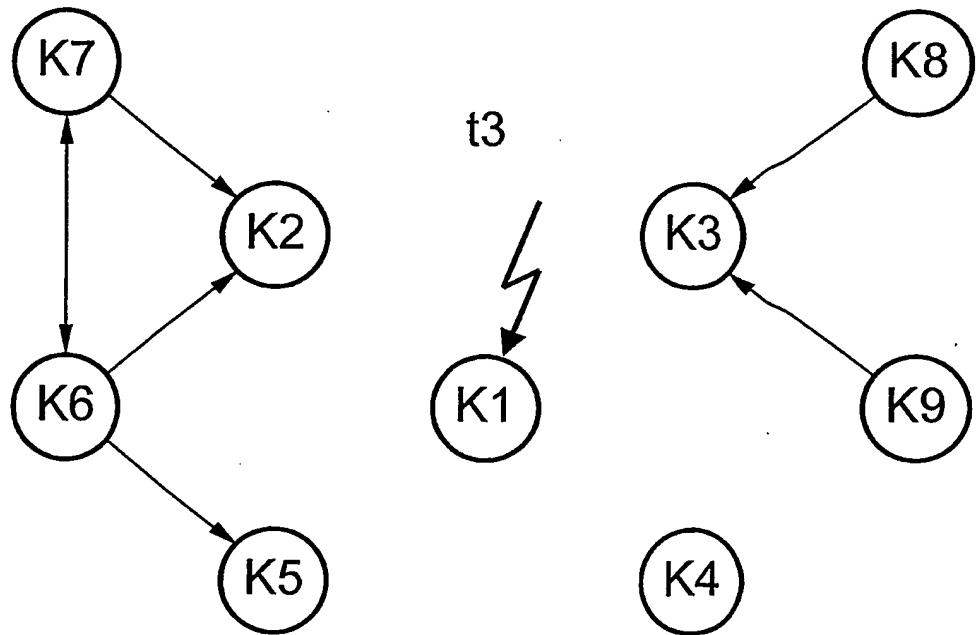


Fig. 4

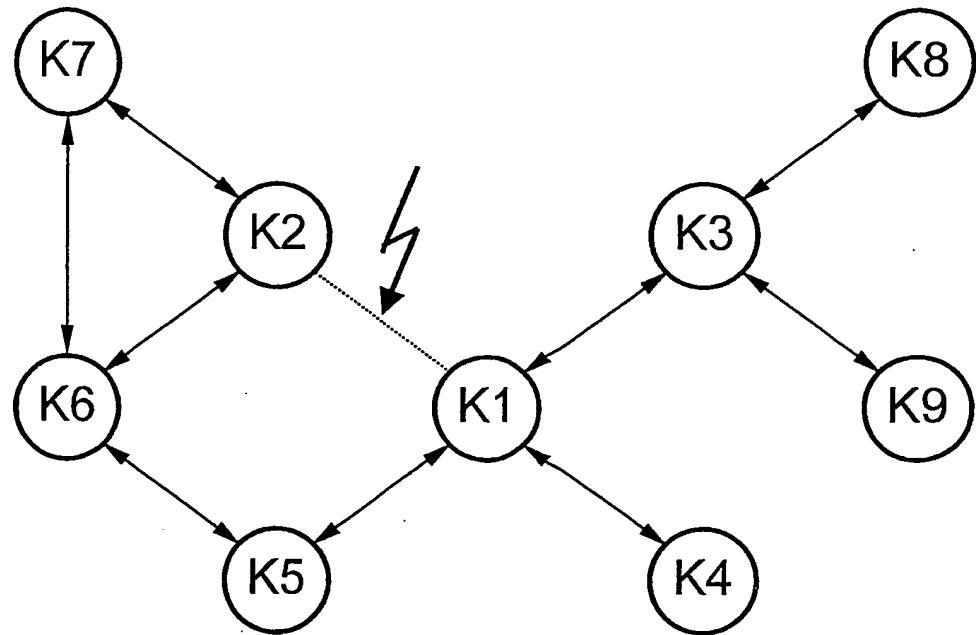


Fig. 5

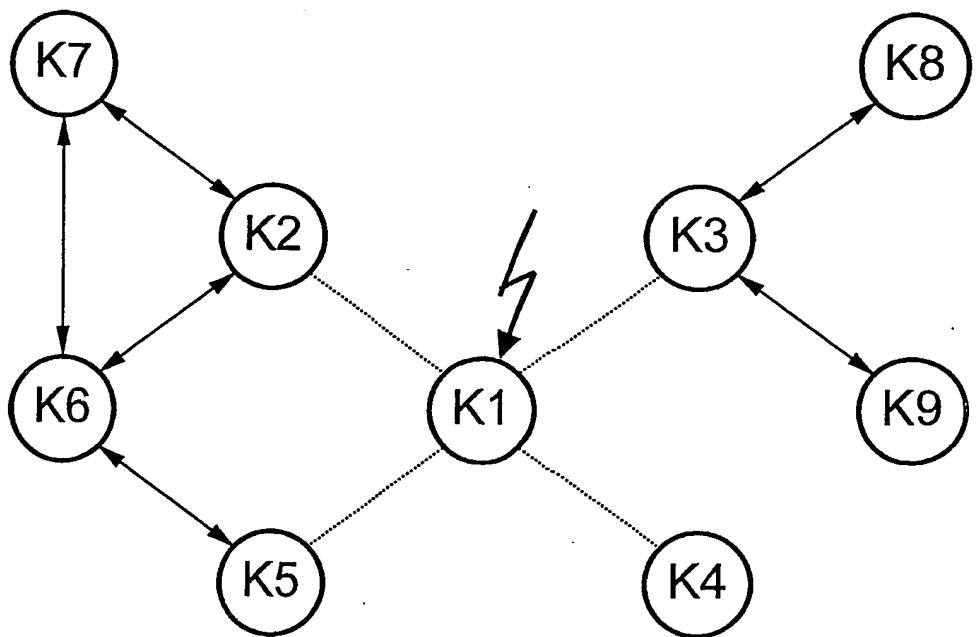


Fig. 6